

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-315835

(43)公開日 平成11年(1999)11月16日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 C 29/06

F 1 6 H 25/22

識別記号

F I

F 1 6 C 29/06

F 1 6 H 25/22

L

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-136047

(22)出願日 平成10年(1998)4月30日

(71)出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72)発明者 佐藤 忠一

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号

日本精工株式会社内

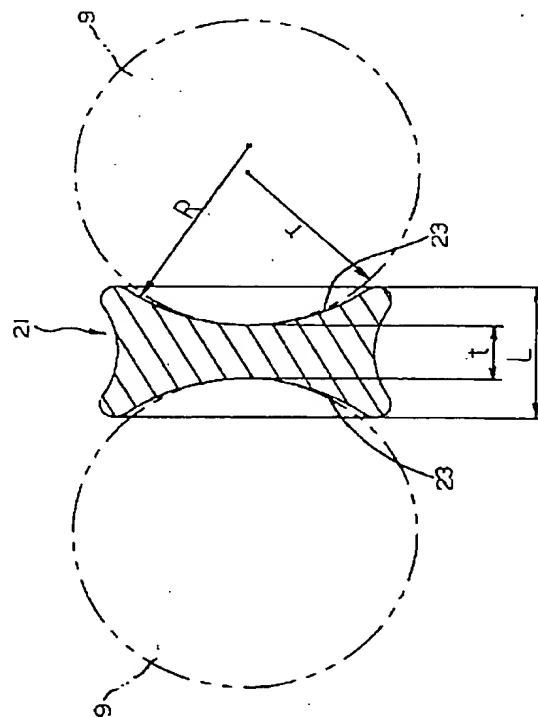
(74)代理人 弁理士 井上 義雄

(54)【発明の名称】 直動装置

(57)【要約】

【課題】 耐久性の向上や駆動騒音の低減等を図った直動装置を提供する。

【解決手段】 ボールねじの各ボール9間には円盤形状のセパレータ21がそれぞれ介装されており、これらセパレータ21がボール9の転動に伴って両ねじ溝1、5やチューブ内を移動する。セパレータ21はナイロン等の合成樹脂を素材としており、その両端がボール9の半径 $r$ より曲率半径 $R$ の大きい凹球面23に形成されている。これにより、セパレータ21は、ボール9と比較的小さな面積をもって接触すると共に、その全長 $L$ に対して中央部の厚み(すなわち、ボール9どうしの間隔) $t$ が小さくなっている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸に外嵌すると共に、当該軸に沿って直進移動する直動体と、

この直動体の内面側に形成されたボール溝に保持され、当該ボール溝と前記軸との間で転動する多数のボールと、

前記直動体に形成され、前記ボール溝の一端側から他端側に前記ボールを循環させる循環通路とを有する直動装置において、

前記各ボール間に、その両端が前記ボールの半径より曲率半径の大きい凹球面に形成された円盤形状のセパレータが介装されたことを特徴とする直動装置。

【請求項 2】 前記セパレータの両端面には前記ボールに当接するリップが外周側に形成されたことを特徴とする、請求項 1 記載の直動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、産業用機械等に用いられる直動装置に係り、詳しくは、耐久性の向上や駆動騒音の低減等を図る技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】マシニングセンタ等の工作機械や産業用ロボットでは、回転運動の直進運動への変換やワークテーブル等の直進移動を円滑に行わせるため、ボールやローラを転動体として用いた直動装置が多用されている。直動装置の一種であるボールねじは、ねじ軸とナットとの間に転動体としてボール（一般には、鋼球）を介装したものであり、作動時における摩擦損失が殆ど無視できることから駆動効率が極めて高い他、ねじ軸とナットとの相対回転に摺動を伴わないために構成要素の摩耗がごく少ない等の特長を有している。総ボール形のボールねじは、雄ねじ溝がその外周に形成されたねじ軸と、雄ねじ溝と対向する雌ねじ溝がその内周に形成されたナットと、雄ねじ溝と雌ねじ溝との間に介装された多数のボールと、ナットに形成されて雌ねじ溝の一端側から他端側にボールを循環させる循環通路（チューブやコマ等）とから構成されている。ねじ軸とナットとの相対回転時において、ボールは、雄ねじ溝と雌ねじ溝との双方に対して転動すると共に、循環通路を通して雌ねじ溝の一端側から他端側に循環する。

【0003】ところで、上述した総ボール形のボールねじでは、両ねじ溝間で同方向に転動するボールどうしが接触した場合、その接触面では転動速度の 2 倍の速度をもって相対滑りが生じる。そのため、機械装置の性能を向上させるためにボールねじの駆動速度を高めた場合、ボール表面が比較的短期間で許容限度以上に摩耗したり、摩擦熱によってボールやねじ溝が焼き付く等の不具合が生じる虞があった。このような問題を解消した直動装置として、通常のボールと若干小径のスペーサボール（一般には、鋼球）とを交互に配置し、スペーサボール

をボールと逆方向に回転させることで、上述した相対滑りを吸収させるものが一部に採用されていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】スペーサボールを用いた直動装置には、ボール表面の摩耗や焼き付きは防げるものの、負荷容量や剛性が大幅に低下したり、駆動騒音が増大する等の問題があった。例えば、ボールねじでは、ねじ軸とナットとの間に作用する軸方向荷重等をボールが負担するため、スペーサボールが介装されることによりボールの個数が略半減した場合、個々のボールには約 2 倍の負荷が作用することになる。これにより、同一のナットを採用した場合、ボールねじの負荷容量および剛性は、スペーサボールを用いないボールねじに較べて約 1/2 となる。したがって、ボールねじの高速駆動を円滑に行うためには、ボールの個数を増大させるべくナットの軸方向寸法を大きくする等の必要が生じ、製品コストの上昇や機械装置全体の大形化を余儀なくされる他、ナットの慣性質量の増大により起動停止制御が困難になる虞もあった。また、ボールねじを高速駆動した場合、起動・停止時等にボールとスペーサボールとが衝突するため、ボールの表面に圧痕や剥離が生じたり、鋼球どうしの衝突による駆動騒音が生じることが避けられない。

【0005】一般に、玉軸受やころ軸受では、転動体（ボールやローラ）どうしの接触を避けるべく、銅板打抜成型品や銅合金切削加工品のリング形保持器が一般に用いられている。そこで、発明者等は、ボールねじにも保持器を採用し、スペーサボールを用いることなく、ボールどうしの相対滑りを解消することを検討した。ところが、ボールねじにおいては、ボールの経路が単純ではなく、ねじ溝においては螺旋状に移動し、循環通路においては直線状あるいは円弧状に移動し、更にねじ溝と循環通路との間では捻れを伴って移動する。したがって、ボールねじ用の保持器としては、可撓性に富むことが必要となるが、金属はもちろんのこと、合成樹脂等を用いたとしても、長期間に亘る繰り返しの曲げ変形や捻り変形に耐えるものを得ることはできなかった。本発明は、上記状況に鑑みなされたもので、耐久性の向上や駆動騒音の低減等を図った直動装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項 1 の発明では、軸に外嵌すると共に、当該軸に沿って直進移動する直動体と、この直動体の内面側に形成されたボール溝に保持され、当該ボール溝と前記軸との間で転動する多数のボールと、前記直動体に形成され、前記ボール溝の一端側から他端側に前記ボールを循環させる循環通路とを有する直動装置において、前記各ボール間に、その両端が前記ボールの半径より曲率半径の大きい凹球面に形成された円盤形状のセパレータが介

装されたものを提案する。

【0007】この直動装置では、例えば、セパレータ中央部の厚みを小さく設定することにより、ボールの個数をあまり少なくすることなく、ボールどうしの接触を防止できる。また、セパレータの素材として合成樹脂等を用い、セパレータ自体に潤滑剤を含浸させたり、ボールとの間隙にグリース等の潤滑剤を保持させれば、ボールおよびセパレータの摩擦がごく少なく抑えられると共に、セパレータの弾性変形も相俟って駆動騒音が減少する。更に、セパレータの両端面をボールの半径より曲率半径の大きい凹球面に形成したことにより、セパレータとボールとの接触面積が小さくなり、直動体の直進移動時における両者間の摺接抵抗が減少する。

【0008】また、請求項2の発明では、請求項1の直動装置において、前記セパレータの両端面には前記ボールに当接するリップが外周側に形成されたものを提案する。この直動装置では、リップの弾性によってボールに直動方向に予圧が与えられ、直動体の直進移動時におけるボールの暴れ等が抑制される他、ボールに対するセパレータの求心性も高まる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は本発明を適用したボールねじの第1実施形態を示す平面図であり、図2は図1中のA-A断面図である。これらの図に示したように、ボールねじは、雄ねじ溝1がその外周に形成されたねじ軸3と、雄ねじ溝1と対向する雌ねじ溝5がその内周に形成された円筒形状のナット7と、雄ねじ溝1と雌ねじ溝5との間に介装された多数のボール9とを主要構成部材としている。ナット7には、一端に図示しないテーブル等に固定するためのフランジ11が形成されると共に、外周面の一部（図2中の上方）に平面（切欠面）13が切削加工されている。ナット7には、循環通路として前後一対の鋼管製のチューブ15が固着されており、両ねじ溝1、5間を3、5回転したボール9がこれらチューブ15を介して循環する構造となっている。図中、符号17はナット7の平面13上にチューブ15を固定するチューブ押えを示し、符号19はナット7の両端に取り付けられた防塵用のプラスチックシールを示している。

【0010】図3（ねじ軸3とナット7との両ねじ溝1、5に沿った断面図）に示したように、各ボール9間には円盤形状のセパレータ21がそれぞれ介装されており、これらセパレータ21がボール9の転動に伴って両ねじ溝1、5やチューブ15内を移動する。第1実施形態の場合、セパレータ21はナイロン等の合成樹脂を素材としており、図4の縦断面図に示したように、その両端がボール9の半径 $r$ より曲率半径 $R$ の大きい凹球面23に形成されている。これにより、セパレータ21は、ボール9と比較的小さな面積をもって接触すると共に、その全長 $L$ に対して中央部の厚み（すなわち、ボール9

どうしの間隔） $t$ が小さくなっている。

【0011】第1実施形態では、図示しないモータ等によりねじ軸3が回転駆動されると、ボール9を介してねじ軸3に螺合したナット7が前後方向（図1中で左右方向）に螺進し、ねじ軸3側の雄ねじ溝1とナット7側の雌ねじ溝5とが逆方向に相対回転することから、ボール9は両ねじ溝1、5に対して転動することになる。この際、本実施形態では、各ボール9間にセパレータ21が介装されているため、転動時におけるボール9どうしの接触が防止されると同時に、ボール9とセパレータ21との相対滑り速度も総ボール形のボールねじにおけるボールどうしの相対滑り速度の $1/2$ となる。そのため、セパレータ21の素材自体に潤滑性があることも相俟って、ボール9の摩擦がごく少なくなり、極めて長期間の運転が行われた場合にも、ボールねじが所期の性能を維持できる。

【0012】一方、第1実施形態のボールねじでは、セパレータ21の中央部の厚み $t$ が小さいため、スペーサボールを用いるものに較べてボール9の個数がさほど減少せず、負荷容量および剛性の低下が抑えられた。また、セパレータ21は、その凹球面23の曲率半径 $R$ がボール9の半径 $r$ より大きいため、ボール9の摺動抵抗が比較的小さくなると共に、凹球面23とボール9との間隙にグリース等の潤滑剤が侵入しやすくなり、ねじ軸3の駆動抵抗が減少した。更に、ボールねじの組立時には、一般にボール9に弾性予圧が与えられるが、セパレータ21がボール9に較べて弾性変形しやすいため、この作業が比較的容易となった。

【0013】図5には、第2実施形態に係るセパレータ21を縦断面図により示してある。本実施形態のセパレータ21も、その全体形状は第1実施形態と略同様であるが、中央部に両凹球面23を連絡するかたちで貫通孔25が形成されている。本実施形態においては、貫通孔25内に潤滑剤27が保持されるため、セパレータ21とボール9との間の潤滑がより円滑に行われ、ボール9の摩擦やねじ軸3の駆動抵抗が更に減少した。ボール9はA-A軸、A'-A'軸にて自転し、B-B断面の紙面に平行な紙面表、裏側にて雄ねじ溝1と雌ねじ溝5と接しているため、より効果的な潤滑効果が得られるためである。

【0014】図6、図7には、第3実施形態に係るセパレータ21を縦断面図と斜視図とにより示してある。本実施形態のセパレータ21は、第2実施形態のものに対し、両凹球面23の外周に各3枚のリップ29を形成したものである。本実施形態においては、ボール9がセパレータ21に押圧されると、各リップ29は図6に二点差線で示したように弾性変形する。これにより、ボール9に弾性予圧が与えやすくなると共に、セパレータ21のボール9に対するセンタリング作用も発生する。尚、両凹球面23でリップ29の回転位相が $60^\circ$ ずれてい

るため、射出成形により製作する場合にも、金型の製作が比較的容易となる。更に、グリース等の潤滑剤をセパレータ21、ボール9間に入れ易く、潤滑性能が良くなる。

【0015】図8には、第4実施形態に係るセパレータ21を縦断面図により示してある。本実施形態のセパレータ21は、第3実施形態のものに対し、リップ29を別部材としたものである。例えば、セパレータ21の素材を比較的硬質の合成樹脂とする一方、リップ29の素材を比較的軟質の合成樹脂や合成ゴム等とし、これらを

インサート射出成形法等により一体化させている。この実施形態では、リップ29の弾性係数が比較的自由に設定できるため、上述したボール9に対する弾性予圧やセンタリングがより効果的に行われる。

【0016】以上で具体的実施形態の説明を終えるが、本発明の態様はこの実施形態に限られるものではない。例えば、上記実施形態は、本発明をボールねじに適用したものであるが、図9に示したリニアガイドや、図10に示したリニアボールベアリング等、他の直動装置に適用してもよく、その場合にも同様の効果を奏する。また、上記実施形態では、セパレータの素材に通常の合成樹脂を用いたが、潤滑剤を含浸させたポリエチレン等を用いてもよい。更に、ボールねじ等の具体的構造等についても、設計上あるいは製作上の都合等により、適宜変更可能である。

#### 【0017】

【発明の効果】本発明の直動装置によれば、軸に外嵌すると共に、当該軸に沿って直進移動する直動体と、この直動体の内面側に形成されたボール溝に保持され、当該ボール溝と前記軸との間で転動する多数のボールと、前記直動体に形成され、前記ボール溝の一端側から他端側に前記ボールを循環させる循環通路とを有する直動装置において、前記各ボール間に、その両端が前記ボールの半径より曲率半径の大きい凹球面に形成された円盤形状のセパレータを介装したため、例えば、セパレータ中央部の厚みを小さく設定でき、ボールの個数をあまり少なくすることなく、ボールどうしの接触を防止できる。また、セパレータの素材として合成樹脂等を用い、セパレータ自体に潤滑剤を含浸させたり、ボールとの間隙にグリース等の潤滑剤を保持させれば、ボールおよびセパレータの摩耗がごく少なく抑えられると共に、セパレータ

の弾性変形も相俟って駆動騒音が減少する。更に、セパレータの両端面をボールの半径より曲率半径の大きい凹球面に形成したことにより、セパレータとボールとの接触面積が小さくなり、直動体の直進移動時における両者間の摺接抵抗が減少する。また、前記セパレータの両端面に前記ボールに当接するリップが外周側に形成されたものでは、リップの弾性によってボールに予圧が与えられ、直動体の直進移動時におけるボールの暴れ等が抑制される他、セパレータに対するボールの求心性も高まる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したボールねじの第1実施形態を示す平面図である。

【図2】図1中のA-A断面図である。

【図3】第1実施形態に係るねじ軸とナットとのねじ溝に沿った断面図である。

【図4】第1実施形態に係るセパレータの縦断面図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係るセパレータの縦断面図である。

【図6】本発明の第3実施形態に係るセパレータの縦断面図である。

【図7】第3実施形態に係るセパレータの斜視図である。

【図8】本発明の第4実施形態に係るセパレータの縦断面図である。

【図9】本発明を適用したリニアガイドを示す斜視図である。

【図10】本発明を適用したリニアボールベアリングを示す斜視図である。

#### 【符号の説明】

1・・・雄ねじ溝

3・・・ねじ軸

5・・・雌ねじ溝

7・・・ナット

9・・・ボール

15・・・チューブ

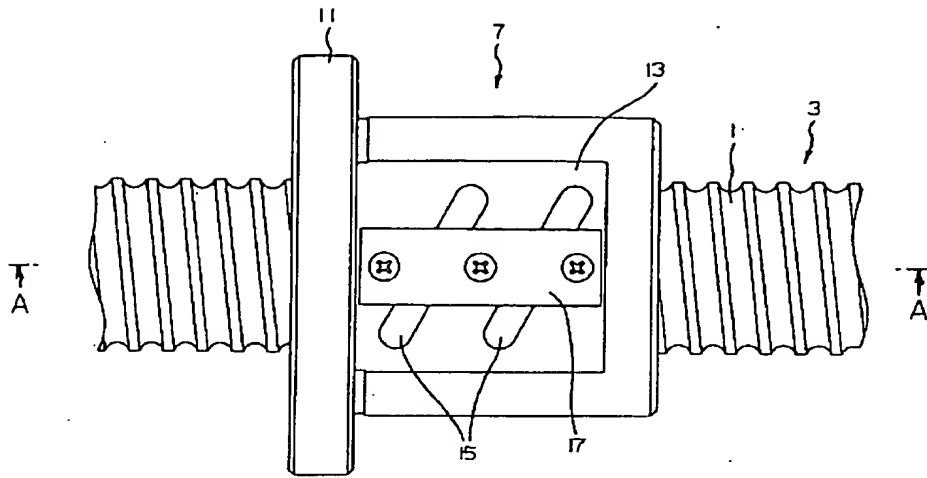
21・・・セパレータ

23・・・凹球面

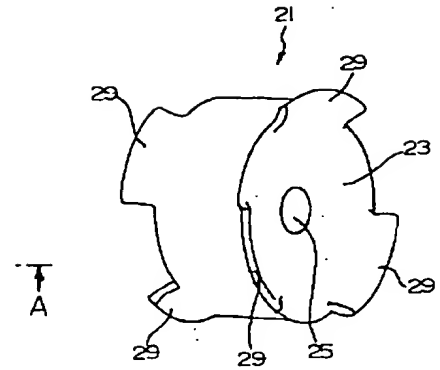
25・・・貫通孔

29・・・リップ

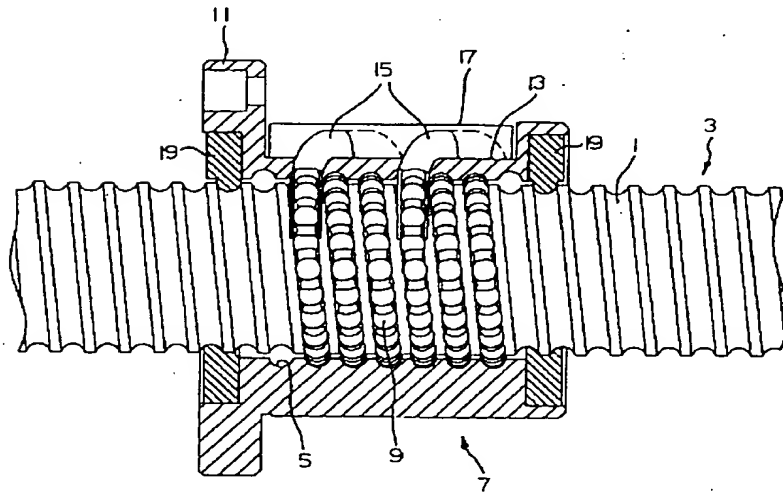
【図 1】



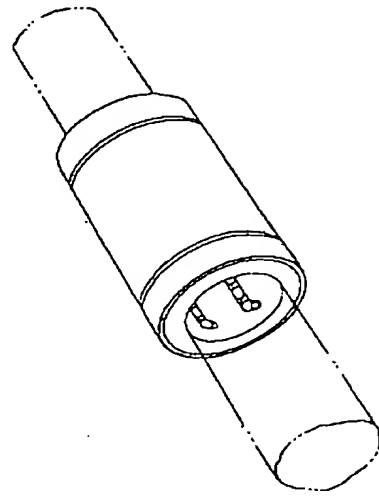
【図 7】



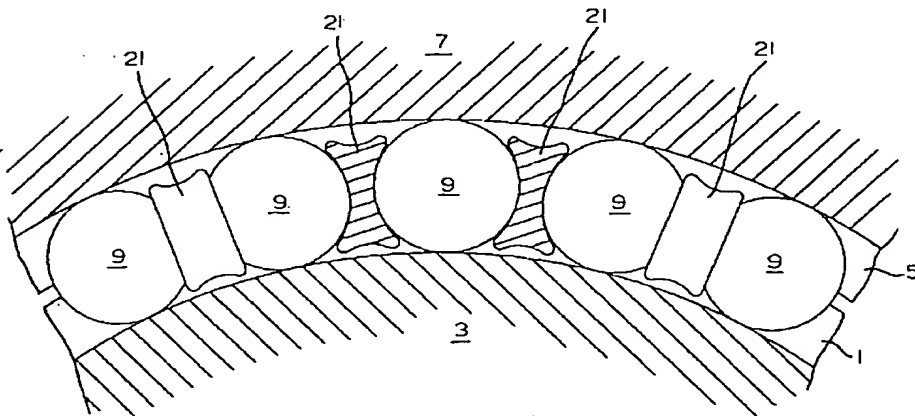
【図 2】



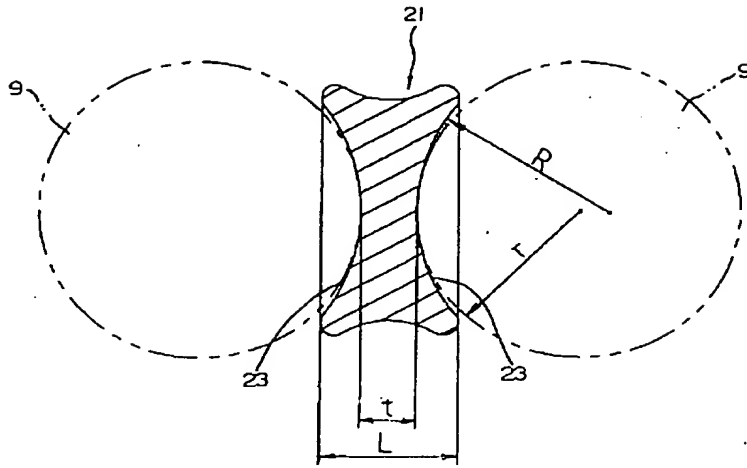
【図 10】



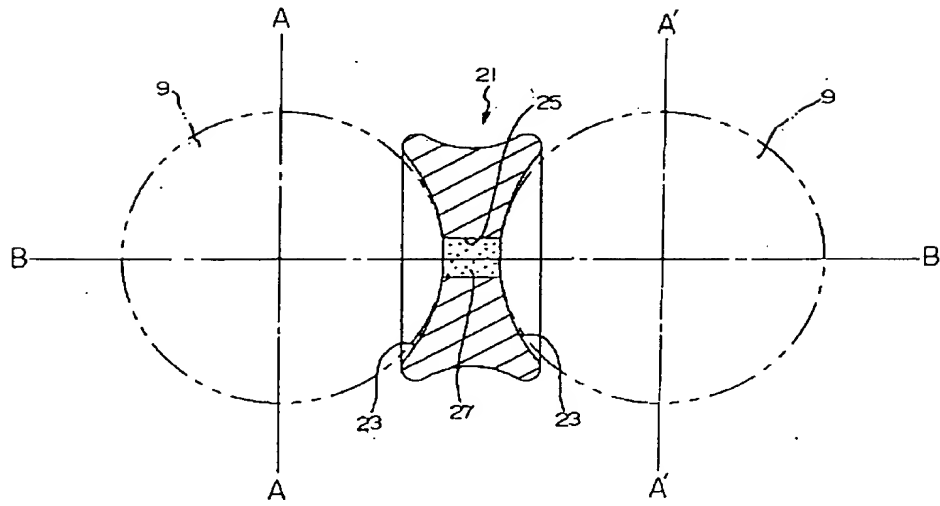
【図 3】



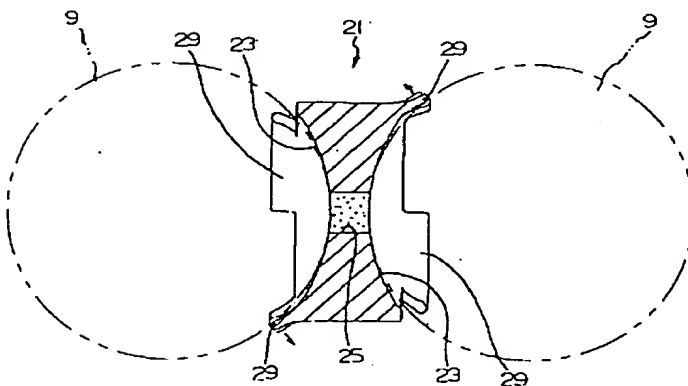
【図 4】



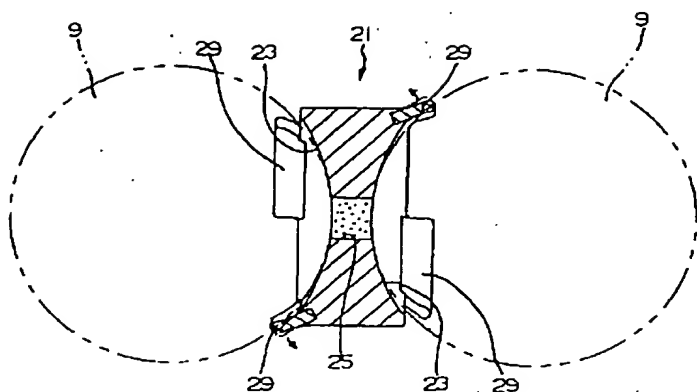
【図 5】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

